

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ДЕКОРАТИВНИХ  
КУЛЬТУР В УМОВАХ УРБОЛАНДШАФТУ

ШИФР: ПКЗ

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1. СТАН ВИВЧЕННЯ ПИТАННЯ .....	4
2. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	9
3. РЕЗУЛЬТАТИ І АНАЛІЗ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	12
3.1 Агрофізичні показники ґрунту при використанні підґрунтового краплинного зрошення .....	12
3.2 Оцінка екологічного стану ґрунту при підґрунтовому краплинному зрошенні за мікробіологічними та біохімічними показниками .....	15
3.3 Поживний режим ґрунту при використанні підґрунтового краплинного зрошення .....	17
3.4 Оцінка діагностичних показників якості зрошувальної води .....	18
3.5 Діагностичні показники катіонно-аніонного складу водної витяжки ґрунту при застосуванні підземного крапельного зрошення .....	19
3.6 Вміст важких металів по варіантах дослідження .....	20
ВИСНОВКИ.....	22
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	24
ДОДАТКИ .....	28

## ВСТУП

*Актуальність роботи.* Збереження існуючих й впровадження нових насаджень декоративних рослин актуалізують впровадження сучасних інноваційних технологій ландшафтного зрошення, до яких, безперечно, відноситься підґрунтове краплинне зрошення.

*Мета роботи:* оцінка еколого-меліоративного стану ґрунту при використанні підґрунтового краплинного зрошення під декоративні насадження.

*Об'єкт дослідження* є ґрунт дослідних ділянок під насадженнями липи й під газонним покриттям, які розташовані у межах науково-експериментальної функціональної зони Дендрологічного парку ХНАУ ім. В. В. Докучаєва.

*Предмет дослідження:* діагностичні показники еколого-меліоративного стану ґрунту, що характеризують відсутність або наявність ґрунтово-деградаційних процесів при використанні підґрунтового краплинного зрошення декоративних рослин, ступінь їх розвитку.

*Завдання дослідження:*

- аналіз наукових досліджень з обраної теми;
- визначення агрофізичних показників ґрунту;
- оцінка екологічного стану ґрунту за мікробіологічними показниками;
- оцінка поживного режиму ґрунту;
- оцінка діагностичних показників катіонно-аніонного складу водної витяжки ґрунту;
- визначення вмісту важких металів, розрахунок сумарного показнику забруднення  $Z_c$  по варіантах досліду;
- бальна оцінка еколого-меліоративного стану ґрунту за діагностичними показниками;

*Методи дослідження:* польовий, аналітичний та статистичний методи, аналіз наукової інформації.

## РОЗДІЛ 1

### СТАН ВИВЧЕННЯ ПИТАННЯ

Створення зелених насаджень – садів, парків, скверів – має важливе значення для покращення санітарно-екологічної ситуації у багатьох населених місцях на теренах України [1]. Збереження існуючих традиційних насаджень декоративних рослин, впровадження нових високодекоративних видів, сортів, гібридних форм, актуалізують питання системного управління при експлуатації ґрунтів під декоративними рослинами в умовах урболандшафту. Системне управління при експлуатації ґрунтів в умовах урболандшафту в Україні спрямоване на збереження і примноження продуктивних, екологічних і соціальних функцій ґрунтів на необмежено тривалу перспективу і спрямовання процесу сучасного ґрунтоутворення за градаційним вектором розвитку [2].

Зокрема, системний підхід ставить високі вимоги щодо енергоефективності, екологічної безпеки та економічної обґрунтованості технологій поливу у міському озелененні. Цім вимогам відповідають сучасні технології ландшафтного зрошення, до яких, безперечно, відносяться краплинне й підґрунтове краплинне зрошення.

Краплинне зрошення – технологія поливу, при якій вода подається безпосередньо на ґрунт або на прикореневу зону рослин невеликими порціями (3–18 літрів на годину). Установки для такого зрошення складаються з пластикових труб з невеликими випускними отворами (емітерами), які регулюють кількість води, що живить рослину. Система дозволяє воді зволожувати частину ґрунту, в якій рослина росте, забезпечуючи високу точність зрошення. Краплинне зрошення забезпечує високий рівень зволоженості ґрунтового профілю, що в свою чергу створює сприятливі умови для росту та цвітіння рослин, одночасно заощаджуючи значну кількість води. У той же час існують певні ризики щодо встановлення

та подальшого використання установок поверхневого краплинного зрошення, зокрема:

- через значну кількість сонячної радіації пластикові труби та клапани зазнають значного сонячного нагрівання, що може призвести до потрапляння хімічних речовин, які виділяються з пластику під дією сонця, в ґрунт разом з водою. Це може завдати шкоди рослинам та стати потенційно небезпечним чинником для здоров'я людей;
- має місце скорочення допустимого терміну справності труб та клапанів при їх експлуатації під дією сонячної радіації, яка потрапляє на їхню поверхню та призводить до ламкості матеріалу;
- механічні пошкодження, яких зазнають установки у процесі експлуатації.

Запровадження підґрунтового краплинного зрошення, коли практично вся іригаційна система розміщена в ґрунті є найбільш ефективною технологією. Вона дозволяє усунути ці ризики, що в кінцевому підсумку забезпечить ефективність використання водного ресурсу та пролонгує роботу матеріалів, з якого виготовлені установки [3].

Переваги підґрунтового краплинного зрошення (ПКЗ) (subsurface drip irrigation – SDI):

- заощадження води: за допомогою даної технології можна підвищити ефективність використання води практично у 2 рази;
- енергозбереження: застосовуючи дану технологію, можна істотно скоротити витрати на електроенергію, оскільки час поливу та експлуатації насосів пропорційно зменшується;
- безпека експлуатації: система поверхневого зрошення може зазнавати відчутного впливу значної кількості сонячної радіації, що скорочує термін використання труб, фільтрів та створює ризик, що хімічні речовини, які пластмаса природнім чином виділяє під дією сонячного нагрівання, потраплять на прикореневу зону рослин. Підземне краплинне зрошення

передбачає розміщення всіх установок під верхнім шаром ґрунту, що усуває цю проблему;

– це спосіб зрошення при якому глибина укладання крапельної стрічки підбирається індивідуально та залежить від вимог декоративних культур та типу ґрунту;

– ефективне використання водних ресурсів забезпечує найбільш ефективний спосіб доставки води, добрив та засобів захисту рослин безпосередньо до кореневої зони рослин [3, 4]. В умовах міського середовища також дуже важливим є технічні умови експлуатації систем зрошення. При використанні підґрунтового крапельного зрошення вочевидь зменшення впливу людського чинника. Підґрунтове розташування зводить до мінімуму можливість пошкодження крапельних ліній та трубопроводів. Застосування цієї технології надає можливість до зрошування ділянок нестандартної форми та пагористих ділянок. До того ж, економічній обґрунтованості застосування технології підґрунтового крапельного зрошення сприяє те, що система не заважає пересуванню техніки, має тривалий термін експлуатації без необхідності сезонного монтажу і демонтажу [4].

Як наголошується в доповіді ФАО, до найбільш важливих проблем, які потребують вирішення з урахуванням передбачуваних впливів зміни клімату, відносяться в тому числі, підтримання необхідних екосистемних послуг і врегулювання питань використання земельних і водних ресурсів в різних цілях [6]. Метою конкретного зрошення на місцях повинно бути збереження води шляхом спрямування кількості та частоти використання води відповідно до встановлених просторових та часових потреб води [7]. До 2050 року вчені прогнозують зростання середньорічної температури на 1,37 °С при незначному збільшенні (до 10%) кількості опадів, яке не зможе компенсувати рівень потепління. Це означає подальше зростання дефіциту кліматичного водного балансу для всіх регіонів України частини [8].

Зрошення є потужним чинником впливу на агроценози в цілому та їхній основний компонент – ґрунти. Усі складники ґрунту як цілісної системи більшою чи меншою мірою зазнають трансформувальних впливів зрошення, які спричиняють виведення цієї системи з рівноважного стану з досягненням у подальшому стабілізації на якісно й кількісно новому рівні. Ці зміни полягають у такому: трансформація водного, повітряного, термічного й окисно-відновного режимів; інтенсифікація біологічних процесів; підвищення рухомості та реакційної здатності мікро- й макроелементів живлення рослин і токсикантів-забруднювачів; підвищення динамічності та мінливості низки фізичних параметрів ґрунту (щільність, твердість, липкість, структурність, водопроникність тощо); у деяких випадках – перерозподіл гранулометричних часток різного розміру по ґрунтовому профілю; кількісні та якісні зміни колоїдної частини [9]. Використання технології SDI може заощадити до 25%–50% води щодо поверхневого зрошення [10, 11, 12]. Відповідно до розрахунків USDA-NASS, використання підґрунтового краплинного зрошення в США за 2006-2016 рр. збільшилось на 89% [13].

Фізичні властивості за довготривалого використання краплинного зрошення набули сприятливих для рослин і ґрунтів параметрів у зонах зволоження [14].

Близько 80% орних земель України (понад 24 млн га) мають такі типи водного режиму ґрунтів, які формують домінування дефіцитного (або періодично дефіцитного) зволоження. Це робить водний режим украй важливим фактором. Кардинальним заходом оптимізації і стабілізації є зрошення. Головними завданнями у відновленні зрошення має стати мінімізація меліоративного навантаження на ґрунт способом нормованого водокористування і переведення зрошуваного землеробства на адаптивно-ландшафтні екологічно безпечні системи [15, 16]. Названі переваги ПКЗ виявляються тільки при дотриманні всіх вимог технологічних процесів вирощування культур, здійсненні еколого-меліоративного моніторингу

(ЕММ) та його різновиду – ґрунтово-меліоративного моніторингу (ГММ) на зрошуваних масивах [5].



## РОЗДІЛ 2

### МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідження діагностичних показників ґрунту при застосуванні підземного краплинного зрошення проводилось на дослідних ділянках під дворічними насадженнями липи та на дослідних ділянках під газом, які розташовані у межах науково-експериментальної функціональної зони Дендрологічного парку загальнодержавного значення Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва (рис 1.)

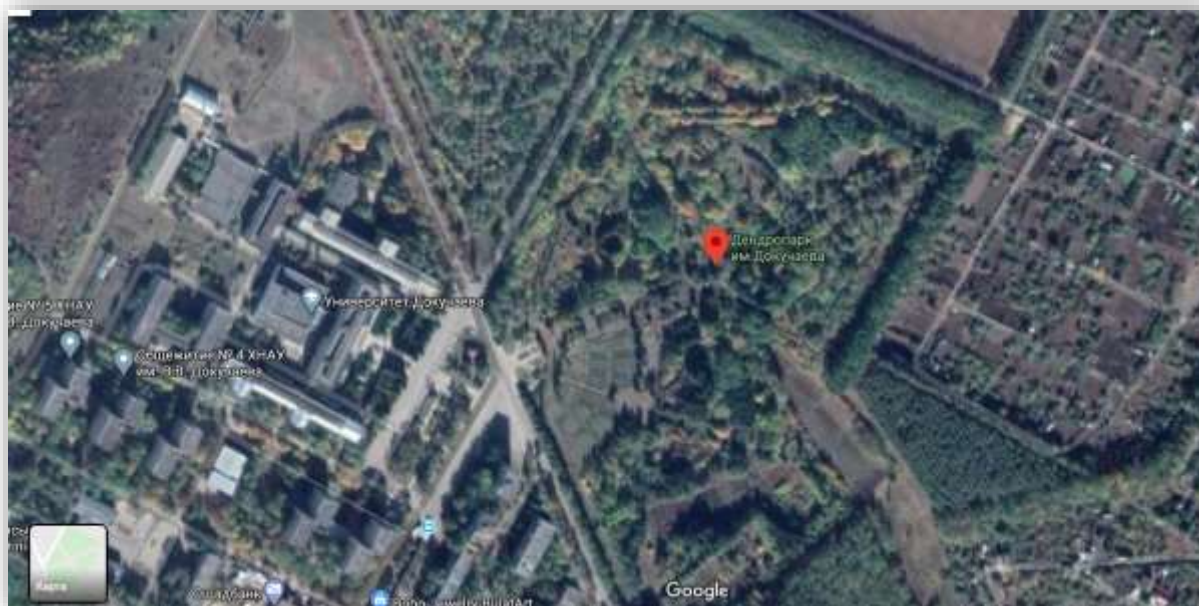


Рис. 1. Місце розташування дослідних ділянок.

За ґрунтово-кліматичними умовами це – південна частина Лівобережного Лісостепу. Тип лісорослинних умов – свіжий груд. Ґрунти – типові середньозмиті чорноземи, які підстилаються лесоподібними суглинками на товстому шарі пісків полтавського ярусу. Клімат континентальний з нестійким зволоженням. Середньорічна температура повітря  $+6,5^{\circ}\text{C}$  з коливанням від  $+38$  до  $-35^{\circ}\text{C}$ . Безморозний період становить 113 – 200 днів. Середньорічна сума опадів становить 520 мм з коливанням від

330 до 740 мм. Бездощовий період може тривати від 10 до 52 днів. Термін з відносною вологістю повітря нижче 30% може становити 24 та більше діб. В ці дні можливі суховії та засухи [17].

Восени 2017 року на дослідній ділянці були проведені підготовчі агротехнічні заходи. Навесні на підготовленій ділянці, яка була оснащена системою підґрунтового краплинного зрошення, була висіяна універсальна газонна травосуміш. Вологість ґрунту визначали та утримували на рівні 80 % від ГПВ за допомогою тензіометру українського виробництва Aquates модель TS, які забезпечують точність та достовірність показників вологості ґрунту, а також управління режимом зрошення. Дослідні ділянки були закладені навесні 2018 року під дворічні насадження липи (*Tilia Cordata Mill.*) та під однорічні насадження туї західної (*Thuja occidentalis*) (Див. додатки 1–2).

Полевий дослід проводили відповідно загальноприйнятих методик та супроводжували спостереженнями та визначеннями ґрунтових параметрів [5, 18].

Зразки ґрунту відбирали згідно вимогам ДСТУ4287-2004 [19]. Відбір ґрунтових зразків здійснювався в зоні рядку насаджень за шарами ґрунту 0–10 см, 10–20 см, 20–20 см, 30–40 см у чотирьохкратному повторенні.

Відбір ґрунтових зразків під газоном здійснювався за шарами ґрунту 0–10 см, 10–20 см, 20–30 см у чотирьохкратному повторенні.

Визначення ґрунтових показників проводилось у лабораторії інструментальних методів досліджень ґрунтів та у лабораторії геоєкофізики ґрунтів Національного наукового центру «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського».

З метою вивчення впливу підґрунтового краплинного зрошення на діагностичні показники ґрунту були проведені такі дослідження:

– щільність ґрунту визначалася методом Качинського в шарах ґрунту 0–10 см, 10–20 см, 20–30 см, 30–40 см навесні на початку вегетації [20];

- макроагрегатний аналіз – методом сухого просіювання за Савиновим, водотривкість структури ґрунту – методом мокрого просіювання в шарах ґрунту 0–10 см, 10–20 см, 20–30 см, 30–40 см [21];
- статистичну обробку результатів для оцінювання суттєвості відмінностей між варіантами проводили методом дисперсійного аналізу за Б. А. Доспеховим [22];
- вміст нітратного і амонійного азоту – за ДСТУ 4729:2007 Якість ґрунту. Визначання нітратного і амонійного азоту в модифікації ННЦ ІГА ім. О.Н. Соколовського;
- вміст рухомих сполук фосфору і калію – за ДСТУ 4114–2002 Ґрунти. Визначання рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Мачигіна;
- визначення катіонно-аніонного складу водної витяжки – за ДСТУ 8346:2015, 7943:2015, 7908:2015, 7909:2015, 7944:2015, 7945:2015;
- вміст рухомих форм важких металів в буферній амонійно-ацетатній витяжці (рН 4,8) методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії [23].

Визначення ґрунтових мікробіологічних показників проводилось у секторі мікробіології ґрунтів Національного наукового центру «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського. Для характеристики структури мікробного ценозу ґрунтів визначалась чисельність мікроорганізмів основних еколого-трофічних та таксономічних груп методом посіву ґрунтової суспензії на живильне агаризоване середовище за діючими ДСТУ [24, 25].

Показники біохімічної активності визначали за активністю ґрунтових ферментів. Активність поліфенолоксидази визначали за ДСТУ 7928:2015; дегідрогенази – за ДСТУ 7929:2015 [10, 18], інвертази – за методикою, викладеною Д. Г. Звягінцевим [26].

Бальну оцінку діагностичних показників ґрунту проводили згідно рекомендаціям щодо обстеження еколого-меліоративного стану земель в умовах краплинного зрошення [5].

## РОЗДІЛ 3

### РЕЗУЛЬТАТИ І АНАЛІЗ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### **3.1 Агрофізичні показники ґрунту при використанні підґрунтового краплинного зрошення.**

Щільність будови – це одна з важливіших характеристик, яка визначає водний, повітряний, тепловий режими. При оптимальному ущільненні знижується коефіцієнт водоспоживання, збільшується вміст водотривких агрегатів, активізуються біологічні процеси в ґрунті, покращується живлення рослин. Підвищення щільності викликає зменшення найбільш крупних пор, зниження некапілярної скважності, порозності аерації, що порушує водно–повітряний режим, ускладнює процес нітрифікації і створює сприятливі умови для процесу денітрифікації. Це обмежує можливості використання рослинами азоту з ґрунту. Ріст і розвиток в умовах низької некапілярної скважності такі ж, як і в умовах анаеробіозу, а його водний режим не відрізняється від такого ж в безструктурних ґрунтах. Внаслідок підвищення щільності складання ґрунту знижується винос рослинами поживних речовин.

Визначення щільності ґрунту проводилося згідно рекомендаціям [5] перед початком поливного періоду, результати представлені у таблиці 3.1.

Результати показників рівноважної щільності будови ґрунту вказують на їхнє оптимальне значення після поливного сезону 2019 року як для шару ґрунту 0–15 см, так і для шару 15–30 см.

Під структурою ґрунту розуміють сукупність окремоостей, або агрегатів, різних за розмірами, формою, міцністю та зв'язністю. Структурне відокремлення – агрегат складається з первинних частинок (механічних елементів), або мікроагрегатів, з'єднаних між собою внаслідок коагуляції колоїдів, склеювання, злипання. Агрегати, які утворюються з первинних механічних елементів, належать до першого порядку. Силами залишкових валентностей, а також шляхом склеювання та злипання можуть утворюватися

агрегати другого, третього та інших порядків.

Таблиця 3.1. – Щільність ґрунту на досліді з підґрунтовим краплинним зрошенням газону, г/см<sup>3</sup>, травень 2020 р.

Шар ґрунту, см	Повторення	Середнє	Бал
0–15	1,08	1,11	0,00
	1,12		
	1,14		
	1,10		
15–30	1,10	1,12	0,00
	1,11		
	1,16		
	1,11		

У міру збільшення розміру агрегату зв'язок між окремими складовими послаблюється, отже, зменшуються зв'язність і міцність.

За вмістом агрономічне-цінної структури у ґрунті С. І. Долгов та інші розробили шкалу, згідно з якою ґрунти, які містять більше 80% повітряно-сухих і більше 70% водотривких агрегатів мають відмінний структурний стан, 80–60% сухих і 70–55% водотривких – добрий, 60–40% сухих і 55–40% водотривких – задовільний [21].

Структурний стан за вмістом повітряно-сухих, цінних в агрономічному відношенні, часток розміром 0,25–10 мм наданий у таблиці 3.2.

В нашому досліді використання підґрунтового краплинне зрошення забезпечило добрий структурний стан за вмістом повітряно-сухих, цінних в агрономічному відношенні, часток розміром 0,25–10 мм. Середнє значення вмісту повітряно-сухих агрегатів на контролі складає 75,76%, при краплинному підґрунтовому зрошенні – 76,33%.

Таблиця 3.2. – Вміст повітряно-сухих агрегатів при сухому просіюванні по варіантах досліду з насадженнями липи. %, травень 2020 р.

Варіант	Шар, см	Кількість повітряно–сухих агрегатів (0,25–10 мм), %	Коефіцієнт структурності
Контроль	0–10	82,45	4,7
	10–20	78,56	3,7
	20–30	66,69	2,0
	30–40	75,35	3,1
	0–40	75,76	3,4
Підґрунтове краплинне зрошення	0–10	77,41	3,4
	10–20	78,53	3,7
	20–30	73,71	2,8
	30–40	75,68	3,1
	0–40	76,33	3,3

Значення коефіцієнтів структурності також майже збігаються – 3,4 на контролі, – 3,3 на досліджуваному варіанті. Дані про кількість водотривких агрегатів (5–0,25 мм) представлені у таблиці 3.3.

Результати мокрого просіювання вказують на те, що підґрунтове краплинне зрошення забезпечило добрий структурний стан ґрунту за вмістом в ньому водотривких агрегатів розміром 0,25–5,00 мм. Середнє значення цього показника для шару ґрунту 0–40 см на контролі складає 53,69%, на варіанті зі зрошенням – 58,89%. Дисперсійний аналіз результатів мокрого просіювання ґрунту для оцінювання суттєвості відмінностей між варіантами виявив, що суттєвою є різниця значень для шару ґрунту 10–20 см, зокрема вона складає 10,96% на користь зрошення і є суттєвою.

Таблиця 3.3. – Кількість водотривких агрегатів (0,25–5,00 мм) по варіантах дослідів з насадженнями липи, %, травень 2020 р.

Варіант	Шар ґрунту, см	Повторення				Середнє значення
		1	2	3	4	
Контроль	0–10	48,70	54,10	53,84	48,50	51,29
	10–20	53,26	49,28	56,56	44,22	50,83
	20–30	52,84	49,82	46,92	59,5	52,27
	30–40	65,22	58,56	56,88	60,84	60,38
	0–40					53,69
Підґрунтове краплинне зрошення	0–10	64,04	56,24	56,16	44,44	55,22
	10–20	60,12	61,32	61,48	64,24	61,79
	20–30	53,64	58,5	58,76	57,1	57,00
	30–40	60,20	55,88	67,88	62,24	61,55
	0–40					58,89
НСР	0–10	–				
	10–20	10,72				
	20–30	–				
	30–40	–				

### 3.2 Оцінка екологічного стану ґрунту при підґрунтовому краплинному зрошенні за мікробіологічними та біохімічними показниками.

Для характеристики інтенсивності і спрямованості мікробіологічних процесів ми використали розрахункові показники, які характеризують напруженість процесів мінералізації і трофічний режим ґрунту, зокрема: показник оліготрофності та показник мінералізації-імобілізації азоту. За результатами розрахунку показник оліготрофності для ґрунтів без зрошення складає 0,37, при підґрунтовим краплинним зрошенням – 0,50. Показник оліготрофності вказує, при агроприйом, який вивчається, забезпечує більш

високий вміст у ґрунті поживних речовин, що легко засвоюються. Показник мінералізації-імобілізації азоту характеризує напруженість процесу мінералізації азоту та засвоєння сполук азоту мікробним ценозом. В обох варіантах, як на контролі без зрошення, так й на варіанті з підґрунтовим краплинним зрошенням визначено, що процеси синтезу органічної речовини переважають над процесами її деструкції, зокрема на контролі зазначений показник складає 0,86, на варіанті з підґрунтовим краплинним зрошенням – 0,95.

Результати визначення біохімічної активності ґрунту під впливом підґрунтового краплинного зрошення представлені у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4. Біохімічна активність ґрунту дослідних ділянок, 2019 р.

Варіант	Дегідрогеназна активність, мг ТФФ* у 100 г за 24 год.	Поліфенолоксидазна активність, мг 1,4-п-бензохінона в 10 г за 1 год.	Інвертазна активність, мг глюкози в 1г за 24 год.
Газон 0–30 см, (ПКЗ)	357,84	3209,67	3,25
Контроль	384,98	3396,77	4,08

ТФФ\* – трифенілформазан

Дегідрогеназна активність свідчить про інтенсивність дегідрування органічної речовини та активність мікробного пулу. Активність інвертази свідчить про інтенсивність процесів утилізації вуглеводів ґрунтовою мікрофлорою, рівень природної родючості, окультурюваний вплив різних агроприймів. Поліфенолоксидаза відіграє важливу роль у регуляції енергетичного балансу біологічних екосистем. Він впливає на синтез та розпад гумусних речовин, визначає буферну здатність ґрунту. Результати, які



наведені у таблиці, вказують, що під впливом вивчаємого агроприйома декілька незначно знизалась активність ґрунтових ферментів.

### 3.3 Поживний режим ґрунту при використанні підґрунтового краплинного зрошення.

Результати дослідження ґрунтових показників, що характеризують поживний режим ґрунту представлені у таблиці 3.5. Вміст мінерального азоту згідно угрупованню ґрунтів за цим показником [27], дуже низький як для газону, що утримується на поливі, так й на природному газоні – 10,78 мг/кг, 10,71 мг/кг відповідно. На варіанті з підґрунтовим крапельним зрошенням туї вміст мінерального азоту середній – 18,14 мг/кг.

Результати свідчать про добрий стан фосфатного режиму для газону, що зрошується підґрунтове, а також і для контрольної ділянки природного газону. Під туями ступень забезпеченості рухомими формами фосфору дуже висока – 88,7 мг/кг. Ступень забезпеченості рухомими формами калію середня (155,22–198,42 мг/кг) для контрольного і зрошувальних варіантів.

Таблиця 3.5. – Діагностичні показники поживного режиму ґрунту при застосуванні підземного крапельного зрошення та їхня бальна оцінка, шар ґрунту 0–30 см, 2020 р.

Варіант	Вміст P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> мг/кг;	Бал	Вміст K <sub>2</sub> O, мг/кг;	Бал	Вміст мінерального азоту, мг/кг;	Бал
Газон ПКЗ	47,71	0	198,42	0	10,78	5
Туї ПКЗ	88,70	0	187,18	0	18,14	2
Контроль	45,19	0	150,22	0	10,71	5

Підґрунтове краплинне зрошення не змінює вміст органічної речовини, зокрема для контрольного і зрошувального газону цій показник складає відповідно – 2,06 та 2,33 %. Тобто прямої залежності вмісту елементів живлення від зрошення не спостерігається.

### 3.4 Оцінка діагностичних показників якості зрошувальної води.

Результати оцінки діагностичних показників якості води, яка використовувалася для підґрунтового крапельного зрошення газону та дволітніх насаджень липи дрібнолистої надані у таблиці 3.6.

Оцінка якості води за агрономічними критеріями згідно ДСТУ [28, 29], а саме, за відношенню лужних катіонів натрію і калію до суми всіх катіонів, токсичною лужністю ( $\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+}$ ), величиною водневого показника рН показала придатність її використання для підґрунтового крапельного зрошення.

Таблиця 3.6. – Частина I. Діагностичні показники якості зрошувальної води за агрономічними критеріями.

рН	$\text{CaCO}_3$ , мекв/дм <sup>3</sup> бал	Cl, мекв/дм <sup>3</sup> бал	$\text{Ca}^{2+}$ , мекв/дм <sup>3</sup> бал	$\text{Mg}^{2+}$ , мекв/дм <sup>3</sup> бал	$\text{Na}^+$ , мекв/дм <sup>3</sup> бал	$\text{K}^+$ , мекв/дм <sup>3</sup> бал
7,48	4,10 1	<u>1,23</u> 0	2,95	1,45	2,61	0,20

Таблиця 3.6. – Частина II. Діагностичні показники якості зрошувальної води за агрономічними критеріями.

$\Sigma$ катіонів, ммоль/ дм <sup>3</sup>	$\Sigma$ катіонів натрію та калію до $\Sigma$ катіонів, %	Бали	$\Sigma$ катіонів натрію та калію з урахуванням магнію до $\Sigma$ катіонів, %	Бали
7,21	39,00	0	59,08	5

По відношенню лужних катіонів натрію і калію з урахуванням магнію

до суми всіх катіонів зрошувальна вода отримує п'ять балів й виявляється обмежено придатною.

### 3.4 Діагностичні показники катіонно-аніонного складу водної витяжки ґрунту при застосуванні підземного крапельного зрошення.

Значення діагностичних показників катіонно-аніонного складу водної витяжки ґрунту при застосуванні підземного крапельного зрошення під газон на контролі (без зрошення) та при підґрунтовому краплинному зрошенні у шарі ґрунту 0–40 см та їх оцінка представлені у таблиці 3.7. Ступень засолення ґрунту за відношенням Ca/Na має значення більше за 2,5 як для газону при зрошенні, так й для природного газону. Стан ґрунту за цим показником оцінюється як добрий.

Таблиця 3.7. – Бальна оцінка діагностичних показників катіонно-аніонного складу водної витяжки ґрунту при застосуванні підземного крапельного зрошення, 2020 р.

Варіант	pH водне бал [5]	<u>Ca/Na</u> бал [5]	$\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+}$ , <u>мекв/100 г</u> бал [5]	$\text{Na}^+ + \text{K}^+$ , % від суми поглинутих <u>катіонів</u> бал [5]	Вміст токсичних солей, <u>мекв/100 г</u> бал [5]
Газон ПКЗ	<u>8,18</u> 2	<u>3,18</u> 0	<u>0,45</u> 0	<u>16,00</u> 10	<u>0,35</u> 5
Контроль (природний газон без зрошення)	<u>8,24</u> 2	<u>3,48</u> 0	<u>0,51</u> 1	<u>15,79</u> 10	<u>0,37</u> 5

За вмістом токсичних солей стан ґрунту оцінюється як перехідний від доброго до задовільного.

Вторинну солонцюватість ґрунтів оцінювали за відсотковим вмістом  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$  від суми поглинутих лужних катіонів. За цим показником стан незадовільний як для контрольної ділянки, так й для досліджуваного агроприйому.

### 3.5 Вміст важких металів по варіантах дослідю.

Вміст важких металів по варіантах дослідю у шарі ґрунту 0–30 см представлений у таблиці 3.8.

Результати вказують, що вміст важких металів в ґрунті в жодному з варіантів не перевищував ГДК.

Рівень забруднення оцінювали за допомогою сумарного показника забруднення ґрунту  $Z_{Cj}$  [31].

Сумарний показник забруднення природного компоненту  $Z_{Cj}$  розраховується за формулою 3.1.

$$Z_{Cj} = \sum K_{Cj} - (n - 1) \quad (3.1)$$

де:  $K_{Cj}$  – коефіцієнт концентрації важкого метала;

$j$  – компонент ландшафту (в наших дослідженнях це ґрунт);

$n$  – загальна кількість врахованих хімічних елементів (підсумовується значення  $K_{Cj} > 1$ ) [31].

Розрахунок сумарного показника забруднення, результати якого представлені у таблиці 3.7, вказує, що підґрунтове краплинне зрошення не спричиняє забруднення ґрунту важкими металами; ґрунт дослідної ділянки за показниками поліелементного забруднення відноситься до незабруднених [31]. Очікувана бальна оцінка представлена у таблиці 3.7.

Таблиця 3.8. – Вміст важких металів по варіантах дослідів, шар ґрунту 0–30 см, 2020 р.

Варіант	Cu	Fe	Mn	Ni	Co	Pb	Cr	Zn	Cd	Z <sub>CJ</sub>	Ба- ли
Туї ПКЗ	0,09	2,07	13,95	0,14	0,02	0,61	0,66	0,68	0,12	2,11	0
Газон ПКЗ	0,24	2,86	8,92	0,14	0,11	2,29	0,49	0,70	0,08	4,54	0
Контроль	0,26	0,86	5,80	1,30	0,13	2,61	0,40	0,17	0,06	4,59	0
ГДК [30]	3,0	-	-	4,0	5,0	6,0	6,0	23,0	0,7		
Фон [30]	min	0,01	0,02	0,89	0,01	0,01	0,02	0,04	0,01	0,02	
	max	2,91	32,1 6	59,47	2,2	1,08	5,3	2,82	4,28	1,12	
	серед- нє	0,36	3,22	14,9	0,94	0,2	0,62	0,5	0,38	0,15	

## ВИСНОВКИ

Таким чином, представлені результати дають змогу зробити такі попередні висновки.

1. Результати показників рівноважної щільності ґрунту вказують на їхнє оптимальне значення на початку вегетації у 2020 р. для всіх шарів ґрунту (1,08–1,16 г/см<sup>3</sup>). Результати дисперсійного аналізу вказують на відсутність суттєвої різниці за цим показником між варіантом з підґрунтовим краплинним зрошенням та контролем по всіх досліджуваних шарах ґрунту.
2. Використання підґрунтового краплинне зрошення забезпечило добрий структурний стан за вмістом повітряно–сухих, цінних в агрономічному відношенні, часток розміром 0,25–10 мм. Середнє значення вмісту повітряно–сухих агрегатів на контролі складає 75,76%, при краплинному підґрунтовому зрошенні – 76,33%.
3. Значення коефіцієнтів структурності майже збігаються – 3,4 на контролі, – 3,3 на досліджуваному варіанті.
4. Підґрунтове краплинне зрошення забезпечило добрий структурний стан ґрунту за вмістом в ньому водотривких агрегатів розміром 0,25–5,00 мм. Середнє значення цього показника для шару ґрунту 0–40 см на контролі складає 53,69%, на варіанті зі зрошенням – 58,89.
5. Дисперсійний аналіз результатів мокрого просіювання ґрунту для оцінювання суттєвості відмінностей між варіантами виявив, що суттєвою є різниця значень для шару ґрунту 10–20 см, зокрема вона складає 10,96% на користь зрошення і є суттєвою.
6. Бальна оцінка еколого-меліоративного стану ґрунту дослідної ділянки за діагностичними агрофізичними показниками показала можливість використовувати підґрунтового краплинного зрошення при подальшому обов'язковому здійсненні еколого-меліоративного моніторингу зрошуваних ділянок.

7. Згідно оцінки, яка запропонована Д. Г. Звягінцевим, ступень збагачення ґрунтів мікроорганізмами без зрошення – висока, при зрошенні – дуже висока. Кількість мікроорганізмів, що асимілюють азот мінеральних сполук також виявилась вище за підґрунтовим краплинним зрошенням: 10,29 млн КУО/г проти 7,25 млн КУО/г без зрошення. За Д. Г. Звягінцевим варіант без зрошення – середньо збагачений, зі зрошенням – високозбагачений.
8. Підґрунтове краплинне зрошення не змінює поживний режим ґрунту, а саме вміст мінерального азоту, рухомого фосфору й калію, отримав однакову бальну оцінку як для варіанта зі зрошенням, так і для контрольного варіанту. Тобто прямої залежності вмісту елементів живлення від зрошення не спостерігається.
9. Оцінка якості води за агрономічними критеріями, а саме за відношенню лужних катіонів натрію і калію до суми всіх катіонів, токсичною лужністю ( $\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+}$ ), величиною водневого показника рН показала придатність її використання для підґрунтового крапельного зрошення. Але за відношенню лужних катіонів натрію і калію з урахуванням магнію до суми всіх катіонів зрошувальна вода отримує п'ять балів й виявляється обмежено придатною.
10. Оцінка діагностичних показників катіонно-аніонного складу водної витяжки ґрунту виявила незадовільний стан ґрунту за відсотковим вмістом  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$  від суми поглинутих лужних катіонів на обох варіантах. За вмістом токсичних солей стан ґрунту оцінюється як перехідний від доброго до задовільного (наближується до доброго) також на обох варіантах. Ступень засолення ґрунту за відношенням  $\text{Ca}/\text{Na}$  має значення більше за 2,5 як для газону при зрошенні, так й для природного газону. Стан ґрунту за цим показником оцінюється як добрий.
11. Сумарний показник забруднення  $Z_c$  як на ділянках з туями, так і на газоні має значення, які притаманні незабрудненим ґрунтам.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. І. С. Косенко, О. А. Балабак, О. К. Мороз, І. Л. Дениско Створення комплексу з вирощування саджанців декоративних і плодових культур на прикладі дослідно-виробничої ділянки національного дендрологічного парку "Софіївка" НАН України // Науковий вісник НЛТУ України . 2013. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/stvorenniya-kompleksu-z-viroschuvannya-sadzhantsiv-dekorativnih-i-plodovih-kultur-na-prikladi-doslidno-virobnichoyi-dilyanki> (дата звернення: 28.01.2021).
2. Національна програма охорони ґрунтів України / за наук. ред. С. А. Балюка, В. В. Медведєва, М. М. Мірошніченка. – Харків : «Смугаста типографія», 2015. – 59 с.
3. В. Селюков, Н. Бортовська, О. Підчоса інноваційні технології забезпечення сталого розвитку регіону аральського моря // Міжнародні відносини. 2017. №16. URL: [http://journals.iir.kiev.ua/index.php/pol\\_n/article/view/3273](http://journals.iir.kiev.ua/index.php/pol_n/article/view/3273) (дата звернення: 28.01.2021).
4. Підґрунтове крапельне зрошення. URL: <http://www.unifer.de/ua/tehnologii-zroshenya/pidruntove-krapelne-zroshennya> (дата звернення: 28.01.2021).
5. Рекомендації щодо обстеження еколого-меліоративного стану земель в умовах краплинного зрошення. – Харків : ННЦІГА імені О. Н. Соколовського, 2012. – 20 с.
6. ФАО 2012. Состояние мировых земельных и водных ресурсов для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства. Управление системами, находящимися под угрозой. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций (Рим) и Издательство «Весь Мир» (Москва)
7. Evans, R. G., King, B. A. (2010). Site-specific sprinkler irrigation in a water limited future. In 5th National Decennial Irrigation Conference Proceedings, 5-8



- December 2010, Phoenix Convention Center, Phoenix, Arizona USA (p. 1). American Society of Agricultural and Biological Engineers.
8. Українська Зернова Асоціація. В Україні все більше регіонів, де без зрошення агробізнес неможливий. URL: <http://uga.ua/meanings/v-ukrayini-vse-bilshe-regioniv-de-bez-zroshennya-agrobiznes-nemozhlivij/>
  9. Комплекс протидеградаційних заходів на зрошуваних землях України. – К. : Аграр. Наука, 2013. – 160 с.
  10. Sinobas, L. R., Rodríguez, M. G. (2012). A review of subsurface drip irrigation and its management. *Water Quality, Soil and Managing Irrigation of Crops*, 171–194.
  11. Camp, C. R. (1998). Subsurface drip irrigation: a review. *Transactions of the ASAE*, 41(5), 1353.
  12. Camp, C. R., Lamm, F. R., Evans, R. G., & Phene, C. J. (2000, November). Subsurface drip irrigation–Past, present and future. In *Proc. Fourth Decennial Nat'l Irrigation Symp.*, Nov (pp. 14-16).
  13. Lamm, F. R. (2016). Cotton, tomato, corn, and onion production with subsurface drip irrigation: A review. *Transactions of the ASABE*, 59(1), 263-278.
  14. Усатова Л. Г., С. В. Рябков. Просторова неоднорідність властивостей ґрунтів у насадженнях плодових культур за краплинного зрошення. – агрохімія і ґрунтознавство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Спеціальний випуск. Книга 2. Меліорація, рекультивація, охорона ґрунтів, гумусовий стан, біологія ґрунтів, органічне землеробство. – Харків : ПП «Стиль-Іздат», 2018. С 60–63.
  15. Ромащенко М.І., Савчук Д.П., Шевченко А.М., Шатковський А.П., Рябков С.В. Актуальні питання розвитку зрошення у контексті змін клімату. Зб. наук. праць ННЦ «Інститут землеробства УААН». – К.: ВД «ЕКМО», 2008. – Спецвипуск. – С. 21–26.
  16. Петриченко В. Ф., Балюк С. А., Носко Б. С. Підвищення стійкості землеробства в умовах глобального потепління // Вісник аграрної науки.

2013. – № 9. - С. 5–12. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vaan\\_2013\\_9\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vaan_2013_9_3). (дата звернення: 28.01.2021).
17. Сайт Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва. URL: <https://knau.kharkov.ua/dendropark.html> (дата звернення: 28.01.2021).
18. Спосіб відбору ґрунтових зразків в насадженнях багаторічних культур за умов краплинного зрошення. Рекомендації. Харків : «Міськдрук», 2013. 24 с.
19. ДСТУ4287-2004 Якість ґрунту. Відбирання проб. – Київ: Держспоживстандарт України, 2005. – 5 с.
20. Долгов С. И., Бахтин П. У., Растворова О. Г. Физика почв. – Л., 1983. – С.91–96.
21. Кротінов О.П. , Масимчук І.П., Манько Ю.П., Руденко І.С. Лабораторно-практичні заняття по землеробству. – К.: Вид-во УСГА, 1993. – 280 с.
22. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. –М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
23. ДСТУ 4770.1 – 9:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук марганцю (цинку, кадмію, заліза, кобальту, міді, нікелю, хрому, свинцю) в ґрунті в буферній амонійно–ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно–абсорбційної спектрофотометрії. – Київ: Держспоживстандарт України, 2005. – 117 с.
24. ДСТУ ISO 10381–6:2015. Якість ґрунту. Відбір проб. Частина 6. Настанови щодо відбору, оброблення та зберігання ґрунту для дослідження аеробних мікробіологічних процесів у лабораторії. (ISO 10381-6:2009, IDT) [Чинний від 2016-04-01]. Київ, 2017. 11 с.
25. ДСТУ 7847:2015. Визначення чисельності мікроорганізмів у ґрунті методом посіву на тверде (агаризоване) живильне середовище. [Чинний від 2016-07-01]. Київ, 2016. 20 с.

26. Звягинцев Д. Г. Биологическая активность почв и шкалы для оценки некоторых ее показателей. Почвоведение. 1978. №6. С. 48–54.
27. Моделі системного управління потенціалом родючості ґрунтів (на прикладі Харківської і Волинської областей) / за наук. ред. С. А. Балюка, Р. С. Трускавецького. – Харків : «Стильна типографія», 2018. – 116 с.
28. ДСТУ ХХХХ : РРРР\*Зрошення. Якість води для систем краплинного зрошення. Агрономічні, екологічні та технічні критерії.
29. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії / Система стандартів у галузі охорони навколишнього природного середовища та раціонального використання ресурсів : ДСТУ–2730–94. – [Чинний від 1994-07–29]. – К. : Держспоживстандарт України, 2007. –14 с.
30. Фатєєв А. І. Детоксикація важких металів у ґрунтовій системі. Методичні рекомендації / А. І. Фатєєв, В. Л. Самохвалова. – Харків: КП «Міськдрук», 2012. – 70 с. – (Методичні рекомендації).
31. Гуцуляк В. М. Ландшафтно-геохімічна екологія. Ч. : Рута, 2001. – 248 с.

## ДОДАТКИ



Додаток 1 – Високоякісний газонний травостій, 2019 р.



Додаток 2 – Закладка досліду з ПКЗ.

## АНОТАЦІЯ

*Актуальність роботи.* Збереження існуючих й впровадження нових насаджень декоративних рослин актуалізують впровадження сучасних інноваційних технологій ландшафтного зрошення, до яких, безперечно, відноситься підґрунтове краплинне зрошення.

*Мета роботи:* оцінка еколого-меліоративного стану ґрунту при використанні підґрунтового краплинного зрошення під декоративні насадження.

*Об'єкт дослідження* є ґрунт дослідних ділянок під насадженнями липи й під газонним покриттям, які розташовані у межах науково-експериментальної функціональної зони Дендрологічного парку ХНАУ ім. В. В. Докучаєва.

*Предмет дослідження:* діагностичні показники еколого-меліоративного стану ґрунту, що характеризують відсутність або наявність ґрунтово-деградаційних процесів при використанні підґрунтового краплинного зрошення декоративних рослин, ступінь їх розвитку.

*Завдання дослідження:*

- аналіз наукових досліджень з обраної теми;
- визначення агрофізичних показників ґрунту;
- оцінка екологічного стану ґрунту за мікробіологічними показниками;
- оцінка поживного режиму ґрунту;
- оцінка діагностичних показників катіонно-аніонного складу водної витяжки ґрунту;
- визначення вмісту важких металів, розрахунок сумарного показнику забруднення  $Z_c$  по варіантах досліду;
- бальна оцінка еколого-меліоративного стану ґрунту за діагностичними показниками;

*Методи дослідження:* польовий, аналітичний та статистичний методи, аналіз наукової інформації.

У роботі використано картографічні дані, наукову і науково-методичну літературу, електронні ресурси.

Робота містить 27 сторінок, 31 використане наукове джерело.

Результати досліджень доповідалися на:

- VII Міжнародної наукової конференції молодих вчених «Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування». Харків, ХНУ імені В. В. Каразіна, 28–29 листопада 2019 р.;
- Annual student scientific conference «Ecology is a priority». Англomовна конференція. Харків, ХНУ імені В. Н. Каразіна. 28–29 листопада 2019 р.;
- XXI Міжнародної науково-практичної конференції «Екологія. Людина. Суспільство». Київ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, 21–22 травня 2020 р.;
- Міжнародної наукової конференції молодих вчених «Регіональні проблеми охорони довкілля». Одеса, Одеський державний екологічний університет, 1–3 червня 2020 р.;
- VIII Міжнародної наукової конференції молодих вчених «Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування». Харків, ХНУ імені В. В. Каразіна, 26–27 листопада 2020 р.
- Довідка про впровадження результатів наукових досліджень у НДР «Інноваційні підходи до експлуатації ґрунтів в умовах урболандшафту». Спільна з ННЦ «Інститут ґрунтознавства і агрохімії імені О. Н. Соколовського».

ПІДҐРУНТОВЕ КРАПЛИННЕ ЗРОШЕННЯ, ЕКОЛОГО-МЕЛІОРАТИВНІ ПОКАЗНИКИ ҐРУНТУ, ВАЖКИ МЕТАЛИ, СУМАРНИЙ ПОКАЗНИК ЗАБРУДНЕННЯ, ГАЗОН НАСАДЖЕННЯ ЛИПИ